指甲兰属种质资源概况及其研究进展

王玉[1]，温福岳[1]，陈利君[1]，陈庭[2※]

（1.国家兰科植物种质资源保护中心/深圳市兰科植物保护研究中心, 广东, 深圳 518114；2.深圳市中国科学院仙湖植物园南亚热带植物多样性重点实验室，广东，深圳 518004）

摘　要：该文综述了指甲兰属种质资源历史、地理分布概况及其保护现状，以及该属植物在组织培养、药用价值及化学成分分析、香味成分研究与种系发生等领域的国内外研究成果，并且对该属植物在未来的研究重点进行了探讨和分析。指甲兰属植物是热带地区重要的花卉，具有极高的观赏价值和药用价值，而通过有效地保护和利用好该属资源，并且在多个学术领域内开展该属植物研究，不仅可以为相关研究提供技术参考和理论支持，而且能够充分挖掘其应用价值，这些对于该属的研究探索都将具有极其重要的意义。然而，国内外在相关领域内的各项研究进展明显不够深入，尚存较大的提升空间，因此，未来指甲兰属植物应加强如下几方面的研究：（1）开展资源引种与回归保育等方面的实践工作及研究；（2）利用稀缺资源和母本优势，开展组织培养与属间品种培育方面的研究；（3）充分发掘其药用价值，积极开展植物化学成分方面的研究；（4）开展指甲兰属香味成分分析与应用研究，进而开展该属传粉生物学的研究；（5）利用分子生物学领域的最新技术和方法，揭示出该属在相关类群中的地位和其界定范围。

关键词：指甲兰属，种质资源，组织培养，化学成分，香味，种系发生

DOI：10.11931/guihaia.gxzw201710020

Overview and progress of germplasm resources in *Aerides*

WANG Yu[1], WEN Fu-Yue[1], CHEN Li-Jun[1], CHEN Ting[2]

(1.*The National Orchid Conservation Center of China/The Orchid Conservation* & *Research Center of* Shenzhen, Shenzhen 518114, Guangdong, China; 2.*Laboratory of Southern Subtropical Plant Diversity*, *Fairylake Botanical Garden*, Shenzhen & *Chinese Academy of Sciences*, Shenzhen 518004, Guangdong, China)

Abstract: This paper reviewed the history, geographical distribution situation and conservation status, as well as the domestic and foreign research results in the tissue culture, medicinal value and chemical composition analysis, aroma components research and phylogeny field for germplasm resources in *Aerides*, and the research emphasis with the genus in the future are discussed and analyzed. These genus plants are important tropical flowers, have high ornamental value and medicinal value, and through effectively protect and make good use of the resources, and carrying the study in multiple academic fields of the genus, not only can provide technical reference and theoretical support for the related research, but also can fully exert its application value, the exploration on the study of the genus will have very important significance. However, the studies in the related field at domestic and foreign are not obviously going deep enough, and remaining larger ascension space. Therefore, development direction of the genus in the future should strengthen the research on the following several aspects: (1) To carry out practical work and research on resource introduction and regressive conservation;(2) To take advantage of scarce resources and maternal advantages in the genus, the research on tissue culture and inter-generic cultivars are carried out;(3) To fully explore its medicinal value and actively carry out research on plant chemical components;(4) To carry out research on the analysis and application of the fragrances, and go further to do the research of the pollination biology of the genus;(5) Using the latest technology and methods in the field of molecular biology to reveal the status and scope of the genus in the relevant groups.

Key words: *Aerides*， germplasm resources，tissue culture，chemical component， fragrance， phylogeny

指甲兰属（*Aerides*）为兰科（Orchidaceae）树兰亚科(Epidendroideae)万代兰族(Vandeae)指甲兰亚族(Aeridinae)100余属中较小的一个属，为单轴附生类兰花。本属由葡萄牙植物学家 J. Loureiro 于 1790 年建

收稿日期：2017-10-18
基金项目：广东省林业科技创新项目（2014KJCX009）[Guangdong Forestry Science and Technology Innovation Project(2014KJCX009)]
作者简介：王玉(1976—)，女，四川江油人，助理工程师，主要研究方向为兰科植物资源的引种保育，（E-mail）657178384@qq.com
※通讯作者：陈庭，理学博士，主要研究方向为保护生物学，（E-mail）Chent8861@qq.com

立，最早记载见之于其专著《*Flora Cochinchinensis*》中，‘*Aerides*’一词由希腊语‘aer-’和‘-eides’两个词缀构成，‘aer-’意为英文的‘air’，而‘-eides’则意指‘coming from’，组合词暗合“源自空中”之意，词意实际上也是对该属植物附生习性的反映。1990 年，植物学家 Juan Fourcrio 在前人研究的基础上，对指甲兰属植物进行了详细的整理和阐述，此后二十余年间，屡见新种发现之报道，使本属植物得到进一步充实及完善（Gogoi et al, 2012）。本属与钻喙兰属（*Rhynchostylis*）的部分种在花序形态上颇似狐尾，以致经常发现在商业领域，甚至在某些文献中把这两个属的一些种统称为狐尾兰（foxtail orchids），名称上显得比较混乱。指甲兰不仅花型构造奇特、花色艳丽，而且大多数种极具芳香，花期最长可达数月，是深受中、印两国，乃至东南亚各国人民喜爱的花卉之一。由于具有如此众多的优良性状，本属植物也是其近缘属兰花杂交的母本来源之一，近缘属如万代兰属(*Vanda*)、鸟舌兰属（*Ascocentrum*）、钻喙兰属等，通过属间杂交产生了大量赏心悦目的异属杂交品种。指甲兰属在园艺上应用广泛，

仅适合附生种植及盆栽，亦可做切花使用，是热带地区重要的观赏植物。

1 指甲兰属资源概况

1.1 地理分布及其植物资源

指甲兰属植物的分布范围大致从喜马拉雅山南麓的南亚次大陆，向东延伸至东南亚中南半岛及其附属群岛、远至巴布亚新几内亚的广大热带区域，也包括我国南方诸省的亚热带区域。该区域内所辖国家和地区包括印度、斯里兰卡、尼泊尔、不丹、缅甸、越南、老挝、泰国、马来西亚、菲律宾、印度尼西亚、巴布新几内亚等。其中，约半数的种类分布于菲律宾、印度及苏拉威西岛。该属植物常见生于海拔 200-1700 米的山地林缘或山坡疏生的常绿阔叶林中的树干上，也见生长于潮湿的低地热带雨林中。

根据众多文献记载，指甲兰属植物有约 20 余种，但少数文献中也见 40 余种之说，其具体数目语焉不详。而据英国 Kew 园的 WCSP（World Checklist of Selected Plant Families）资料库中该属在各类文献中出现的种名共有 213 个，而美国密苏里植物园 TRO(Tropicos)植物资料库中该属的种名则多达 242 个。经过笔者整理，两个资料库中仅有 29 个种名是被学术界给予认定的（见表 1），其它种名则有待确定或存在争议。被认定种中仅有两个种 *A. magnifica* 和 *A. migueldavidii* 是近年来被发现并给予认定的，其它绝大部分种自十九世纪以来就已经出现在各类文献中了，也包括分布于缅甸的杂交种 *Aerides* × *jansonii*。近年来，经常见诸于文献但暂无给予确认的“新种”还有：*A. phongii*（Averyanov et al, 2014），*A. vandarum*(Kishor & Devi, 2009)，*A. flabellate*(Gardiner, 2012)，*A. japonicum*(Kim & Chun, 2007)等等。详细的植物名录可参考 WCSP 和 TRO 的数据库(http://apps.kew.org/wcsp；http://www.theplantlist.org)进行查阅。据陈心启等(2009)在《Flora of China》中的记载，指甲兰属在我国分布有 5 种(其中 1 种为特有种)，分别为多花指甲兰（*A. rosea*）、香花指甲兰（*A. odorata*）、小蓝指甲兰（*A. orthocentra*）、扇唇指甲兰（*A. flabellata*）、指甲兰(*A. falcata*)，此 5 种在我国主要分布于云南、广东、广西、贵州四省份。其中，扇唇指甲兰不在上述认定名单之列（存争议），所以一些文献中也有 4 种分布之报道（图 2）。民间流行栽培的指甲兰属植物多以原生种为主，除我国几个种外，园艺栽培中常见的还有 *A. multiflora*、*A. maculosa*、*A. crassifolia*、*A. houlletiana* 等种类。

表 1 指甲兰属在 WCSP 和 TRO 数据库中被认定的种

Table 1 The identified species for *Aerides* in WCSP and TRO database

种 Species	分布区域 Distribution area	数据库来源 Database source	文献记载及年份 Literature and time
Aerides augustiana	菲律宾 Philippines	WCSP	Lindenia 5: 39 (1889)
Aerides crassifolia/ crassifolium	印度阿萨姆邦至中南半岛 India Assam to Indo-China	WCSP/ TRO	Garden3: 461 (1873)
Aerides crispa/ crispum	印度 India	WCSP/ TRO	Gen. Sp. Orchid. Pl.: 239 (1833)
Aerides emericii	安达曼和尼科巴群岛 Andaman and Nicobar Islands	WCSP	Gard. Chron., n.s., 18: 586 (1882)

Aerides falcata	滇东南至中南半岛 Southeast Yunnan to Indo-China	WCSP	Paxton's Fl.Gard. 2: 142 (1851)
Aerides houlletiana	中南半岛 Indo-China Peninsula	WCSP	Gard. Chron.1872: 1194 (1872)
Aerides huttonii	苏拉威西岛东北 Northeast Sulawesi island	WCSP	Cat. New Beaut. Pl. 1868 23 (1868)
Aerides inflexa	婆罗洲至苏拉威西岛 Borneo to Sulawesi island	WCSP	Tijdschr. Ned.-Indië 24: 3 24 (1862)
Aerides × jansonii※	缅甸 Burma	WCSP	Gard. Chron., ser. 3, 7: 66 (1890)
Aerides krabiensis	泰国及马来半岛 Thailand and Malay Peninsula	WCSP	Bot. Tidsskr. 67: 116 (197 2)
Aerides lawrenceae	菲律宾 Philippines	WCSP	Gard.Chron., n.s., 20: 460 (1883)
Aerides leeana	菲律宾 Philippines	WCSP	Gard. Chron., n.s., 15: 65 6 (1881)
Aerides macmorlandii	印度 India	WCSP	Orch.-Grow. Man. 66(6): 105 (1855)
Aerides maculosa	印度 India	WCSP	Edwards's Bot. Reg. 31(Misc.):58 (1845)
Aerides magnifica	菲律宾 Philippines	WCSP	OrchideenJ. 21: 127 (201 4)
Aerieds migueldavidii	菲律宾 Philippines	WCSP	OrchideenJ. 23: 159 (201 6)
Aeries multiflora/ multiflorum	喜马拉雅山麓至中南半岛 Himalaya to Indo-China	WCSP/ TRO	Pl. Coromandel 3: 68 (18 20)
Aerides odorata/ odoratum	中国滇西、广东至热带亚洲 China(W.Yunnan,Guangdong) to Trop. Asia	WCSP/ TRO	Fl. Cochinch.: 525 (1790)
Aerides orthocentra	中国云南 China(Yunnan)	WCSP	Oesterr. Bot. Z. 87: 132 (1938)
Aerides quinquevulnera	菲律宾、新几内亚 Philippines and New Guinea	WCSP	Sert. Orchid. 6: 30 (1833)
Aerides ringens	印度、斯里兰卡及安达曼岛 India, Sri Lanka, Andaman Island	WCSP	Fl. Madras: 1442 (1928).
Aerides roebelenii	菲律宾 India	WCSP	Gard. Chron., n.s., 21: 51 0 (1884)
Aerides rosea/ roseum	喜马拉雅东、华南及中南半岛 E. Himalaya to S. China and Indo-China	WCSP/ TRO	Paxton's Fl. Gard. 2: 109 (1851)
Aerides rubescens	越南 Vietnam	WCSP	Orchis 9: 29 (1915)
Aerides savageana	菲律宾 Philippines	WCSP	Man. Orchid. Pl. 7: 78 (1 891)
Aerides shibatiana	菲律宾 Philippines	WCSP	Fl. Filip., ed. 3, 4(13A): 2 39 (1880)
Aerides sukauensis	婆罗洲 Borneo	WCSP	Sandakania 14: 1 (2004)
Aerides thibautiana	苏拉威西岛 Sulawesi island	WCSP	Gard. Chron. 1866: 100 (1866)
Aerides timorana	小巽他群岛 Lesser Sunda Island	WCSP	**Fl. Ned. Ind. 3: 695 (185 9)**

注：*Aerides* × *jansonii* 为指甲兰和香花指甲兰的杂交种
Note: *Aerides* × *jansonii* =*A. falcata* × *A. odorata*



图 1 我国分布的四种指甲兰
Fig. 1 Four species of *Aerides* distributed in China

1.2 原生境分布特点与资源保护

在热带雨林中，指甲兰属常与其它附生兰呈集群附生于高大的老龄乔木树种上，其生长充分利用了树形的结构特点，而高大的老龄寄主树通常为附生兰集群的主要附载体，主要是因为这些乔木为附生兰种子提供了充足的受体表面（同时富含养分基质）和相对稳定的萌发生长时间而导致的。Islam &Huda（2008）调查了孟加拉国锡尔赫特区（Sylhet region）热带雨林中 14 种附生兰的生境状态，发现多花指甲兰、短序脆兰（*Acampe papulosa*）、纹瓣兰(*Cymbidium aloifolium*)为该地区主要分布种，寄主树主要为大花紫薇（*Lagerstroemia speciosa*）、 野树菠萝（*Artocarpus chaplasha*）, 柚木（*Tectona grandis*）等为主的 41 种乔木；调查还发现，附生兰在乔木的不同高度上均有分布，但大多数集中分布于距地面 16-20 英尺高的树体上；从树体分布点来看，其主干和枝条上均有附生兰分布，但主要分布于主干上。因此，基于指甲兰属在原生境中的上述分布特点，保护好原生境中老龄且高大的乔木，维护好当地的森林植被环境是指甲兰属等附生兰得以持续繁衍的基本策略。指甲兰属分布区域所辖大部分国家的经济状况低下，政府部门对指甲兰属植物的保护意识也相对滞后，是导致这一现实问题的主要成因。指甲兰属附载树种的威胁主要来自于地方政府实施的矿山开采、商业旅游等经济开发行为，其次是人为的滥砍滥伐，而源于民间肆掠的野生植物收集及非法贸易，则是指甲兰属盗采现象屡禁不止的根源。上述行为使该属分布区域的大量寄主树木消亡，进而导致本属野生种群的生存状态变得岌岌可危。面对这一严峻形势，CITES（《濒危野生动植物种国际贸易公约》）将指甲兰属的所有种列入其附录 II 的保护对象。我国也将多花指甲兰（*A. rosea*）、香花指甲兰（*A. odorata*）、扇唇指甲兰（*A. flabellata*）、指甲兰(*A. falcata*)列入国家重点野生植物保护名录（第二批次），其保护等级为 II 级。

截至目前，国际自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN Red List）仅公布了分布于菲律宾的两个种（*A.lawrenceae* 和 *A.leeanum*）的野生种群现状，分别将其定位为濒危等级（Endengered, EN）和易危等级（Vulnerable, VU），说明这两个种的野生种群在未来的一段时间内，面临灭绝的几率是相当高的，所以对该两种植物的保护措施刻不容缓（见图 3，图中部分内容来源于 IUCN 网站，网址：http://www.iucnredlist.org）。当地政府的林业部门及其相关研究机构必须引起高度重视，通过加强国际间的学术合作和经验交流，及时对濒危物种采取保护措施和进行迁地保育方面的相关研究，才能有效的保护好这两个物种。这方面，印度卡纳塔克大学（Karnatak university）的研究人员已经做了有益地尝试，他们选择当地的分布种 *A. crispum* 为保护对象，通过在野外收集其朔果，在无菌条件下分离其絮状种子进行离

体培养，成功获得了大量的实生幼苗，在经过一定阶段的适应性栽培后，使之回归到原生境森林栖息地于附生树种上进行种植，效果较好，取得了该物种在保育回归领域的良好开端（Murthy, 2005）。

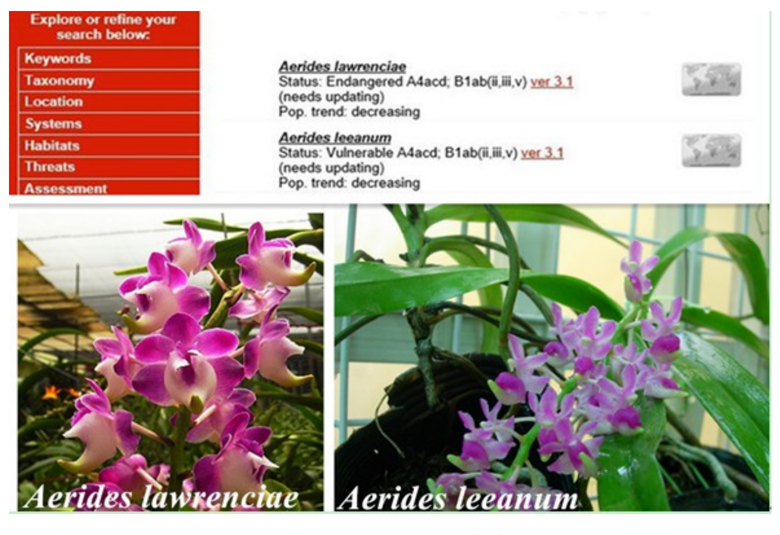


图 2 IUCN 将两种指甲兰列入红色保护名录
Fig.2 Two species of Aerides listed by IUCN's Red List

2 指甲兰属研究概况

2.1 组织培养研究

开展指甲兰属的组织培养研究，是对其加以有效保护的有力手段之一。Sinha &Hegde(1997)最早报道了以多花指甲兰的腋芽为外植体，在含适当配比的 NAA 和 6-BA 的 MS 改良培养基中能分别诱导出丛生芽和原球茎，并且发现含椰奶的 VW 培养基比较适合原球茎的增殖生长；而在 BM 培养基（含 0.5mg/L 的 KT）中能明显观察到原球茎在两周后成功分化出幼苗。Sinha et al(1998)还对多花指甲兰种子的无菌萌发条件做了详细研究，证实 MKC 培养基可获得较高的种子萌发率，而且种子在经过 4℃低温预处理后，更可使萌发率提高到原来的 1.5 倍。Sinha &Hegde(2002)也尝试利用幼嫩的花序切段为外植体进行离体培养试验，同样也获得了植物再生的成功。

Murthy &Pyati (2001)利用 *A.maculosa* 的无菌苗为材料，分别择其幼叶和成熟叶为外植体，在含一定激素配比的 MS 培养基（附加椰乳）中进行培养，结果发现成熟叶逐渐坏死，而幼叶切段的表面可在 4-8 周内发育成原球茎，在含 6-BA（2.0 mg/L）的培养基中获得的原球茎数量较多；原球茎在适宜培养基上进行继代培养后，在 6-8 周内可分化形成幼苗。国内的指甲兰离体培养研究报道尚不多见。周丽和胡春根（2007）选择多花指甲兰种子做无菌萌发试验，发现在播种 90 天后，种子萌发率可达到 95%（适宜培养基为 1/2MS+NAA 5.0 mg/L+BA 1.0 mg/L）；试验中将形成的原球茎切割后，在增殖培养基中培养更可形成大量的原球茎团块；分化出的幼苗在经过一定的炼苗阶段后，其成活率可达到 90%。近年来，国外对指甲兰属的离体培养研究似乎显得更加活跃，具体研究成果可参见表 2。

表 2 指甲兰属离体培养研究进展
Table 2 Advance of *Aerides* culture *in vitro*

种 Species	外植体 Explant	适宜培养基 Optimum medium	发育趋势 Growth tendency	研究者 Researcher
Aerides maculosum	PLBs 切段 PLBs segments 无菌幼叶 Sterile spire	MS+BA(1.0 μM)+CW MS+BA(2.0 μM)+CW	PLBs 形成 PLBs formation	Murthy & Pyati, 2001
Aerides multiflora	合成种子 Synthetic Seed	Mitra 液态 Liquid Mitra medium Mitra 液态+AC(2.0 g/L) Liquid Mitra +AC(2.0 g/L)	种子萌发 Seed germination 愈伤形成及根分化 Callus formation and root differentiation	Sembi et al, 2006

Aerides odoratum	种子 Seed	Knudson Burgeff	种子萌发 Seed germination 根芽分化 Root and shoot differentiation	Das et al, 2008
Aerides maculosa	茎尖 Stem tip	Mitra+ TDZ (13.62 μM) Mitra+ IBA(12.25 μM)	PLBs 形成及芽分化 PLBs formation and shoot differentiation 根分化 Root differentiation	Malabadi et al, 2009
Aerides maculosa	种子 Seed	VW+15% CW VW+ BA(1.0 mg/L)+NAA(1.0 mg/L)+15%CW	愈伤组织诱导 Callus induction PLBs 形成 PLBs formation	Parab & Krishnan , 2012
Aerides maculosa	种子 Seed	MS+BA(2.0 mg/L)+CH(500mg/L)+10%CW MS+BA(2.0 mg/L)+NAA(1.0 mg/L)	种子萌发 Seed germination 根芽分化 Root and shoot differentiation	Deepti et al, 2013
Aerides odoratum	无菌幼叶 Sterile spire 茎尖 Stem tip	1/2MS+TDZ（1.0 mg/L） 1/2MS+NAA（2.0 mg/L） 1/2MS+NAA(2.0 mg/L)+BA(4.0 mg/L) 1/2MS+NAA（0.5 mg/L）	PLBs 形成 PLBs formation 愈伤组织诱导 Callus induction 芽分化 shoot differentiation 根分化 Root differentiation	Devi et al, 2013
Aerides odoratum	无菌幼叶 Sterile spire	ND+BA(0.5mg/L)+ NAA(1.0 mg/L) ND+ BA(5.0 mg/L) ND+NAA(1.0 mg/L)	PLBs 形成 PLBs formation 芽分化 shoot differentiation 根分化 Root differentiation	Hongthongkham & Bunnag, 2014
Aerides multiflora	种子 Seed	PDA+CH+AC PDA+P+AC	种子萌发及 PLBs 形成 Seed germination and PLBs formation 根芽分化 Root and shoot differentiation	Verma et al, 2015
Aerides ringens	种子 Seed	Knudson+BA(4.44 μM)+P(500mg/L) Knudson+KN（9.3μM） 1/2Knudson+IAA(5.71μM)	种子萌发 Seed germination 芽分化 shoot differentiation 根分化 Root differentiation	Srivastava et al, 2015

注：MS、Mitra、Knudson 、Burgeff 、VW 、ND、PDA 均为基本培养基；NAA、BA、TDZ、IBA，以及 KN 均为常见植物激素；PLBs 为原球茎；CW 为椰乳；AC 为活性炭；CH 为干酪素水解物；P 为蛋白胨。
Note: MS, Mitra, Knudson, Burgeff, VW, ND and PDA are the basal culture medium; NAA, BA, TDZ, IBA and KN are the common phytohormone; PLBs= Protocorm like bodies; CW= Coconut liquid endosperm; AC= Activated charcoal; CH= Casein hydrolysate; P= Peptone.

2.2 化学成分研究

2.2.1 药用及化学成分分析

指甲兰属植物不仅拥有极高的观赏价值，同时也具重要的药用价值。在印度东北部的曼尼普尔邦及梅加拉亚邦等地区，当地部落居民有使用指甲兰属植物治疗常见疾病的习俗。民间术士以 *A.odorata* 根部为主要辅材制作的配方，不仅可以缓解关节疼痛及肿胀，而且有利于伤口的愈合；其新鲜叶的浆汁则可治愈耳鼻部的烫伤和疖子，通过持续口服还能有效防治结核病(Prasad et al, 2016)。我国传统中药书籍《中华本草》中记录的指甲兰（别称枫兰）可能为指甲兰属和萼脊兰属一类兰科植物的统称，书中记载可将其全草煎汤内服，主治小儿惊风，具有清热息风的功效(《中华本草》编委会，1999)。最近，我国将指甲兰属植物作为抗癌药物成分的应用也有了先例，国内一家医药公司已经公布了其发明专利中该抗癌药物组合物的成分，其中，指甲兰（*A.falcata*）是主要原料药之一（济南星懿医药技术有限公司，2016）。几种指甲兰属植物的抗菌活性也得到了试验数据的支持，如 *A. odorata* 的水提取液具有抗三种大肠杆菌株系的活性，而 *A. multiflorum* 的水提取液则具抗金黄色葡萄球菌和沙门氏菌的活性（Hossain, 2011）。Anuradha & Rao(1998)从 *A.crispum* 中首次发现了指甲兰素（Aeridin）的存在，经过结构测试，证实其为一种菲类衍生物（Phenanthropyran，二氮杂菲吡喃），它的抗菌作用也随后得到了验证。Cakova et al（2015）从 *A. rosea* 的茎干中分离了九种次生代谢产物，其中新发现了两种菲类化合物的存在，分别将其命名为 Aerosanthrene 和 Aerosin。除上述菲类化合物外，指甲兰属植物体内还含有诸如酚类、黄酮类、异黄酮、花

青素、香豆素、木酚类、儿茶酚等成分，其中的某些成分可能在创伤的修复中发挥着重要作用，而菲类衍生物的抗菌活性及其在疾病治疗功效中的特殊作用还需进一步得到临床试验的佐证。

2.2.2 花香挥发性化合物及其应用

花香成分的大规模研究始自 1966 年的气相色谱分析（GC）的广泛应用。截至目前，科学家们已从 100 多个植物分类单位中分离鉴定出 1700 余种挥发性化学物质（Raguso, 2008）。独特的芳香资源也是指甲兰属重要的商业价值之一，可广泛应用于食品、美容、化妆品等产业。Kaiser(1993)最早对指甲兰属的 *A.crassifolia*、*A.fieldingii*、*A.lawrenceae*，以及 *A.jackianum* 四个种进行了香味化学成分分析，共收集上述挥发性物质达到几十余种，认为指甲兰属的花香是众多挥发性化学物质的混合体，其主要成分包括脂肪族类、醇类、醛类、芳香族类、酯类、酮类，以及萜类化合物等挥发性物质，并通过实验证实上述成分是一类氨基酸的衍生物；数据同时也表明指甲兰属内各个种之间的香味主成分特征均存在不同程度差异；自 Kaiser 研究以来，国外对指甲兰属香味成分的研究鲜有报道，而国内对兰科香味的研究近年主要集中在兰属和一些热带兰种类上（彭红明，2009），关于指甲兰属香味的研究基本还是一片空白。特别值得一提的是，在指甲兰属香味应用研究方面，日本的一家公司近期公布了其香水专利，构成其产品成分的一种主要香味物质——金合欢醛（2,3-dihydrofarnesal，又名二羟基法尼醛）便来自于 *A.jackianmu* 中（Matasuda et al, 2016）。

2.3 系统发育学研究

自指甲兰属建立以来的两个多世纪间，兰科分类学家们根据传统的花形态结构、细胞生物学、传粉媒介及地理起源等特征，对该属的界定范围进行了不断的修正和划分（种属间合并或移除）。最近的一次传统意义上的界定在 1987 年，Christenson 首次以形态学分析方法建立了该属的支序分类，将属内细分为四个演化分支系（即 *Aerides* 系、*Falcata* 系、*Fieldingia* 系、*Rubescens* 系）共 19 种，并且对各个分支系的细分特征进行了详细描述。至此，指甲兰属的轮廓特征才逐渐清晰起来，但从系统发育方面来说，指甲兰属和其它近缘属之间的关系还是显得含混不清。随着分子生物学的发展，系统进化学研究重点偏向于向分子技术和传统手段相结合的模式发展。Kocyan et al(2008)利用质体 matK 和 trnL-trnL-F 序列，以及细胞核 nrITS 序列分别对指甲兰亚族 48 个分类单位（含指甲兰属共 21 个种）进行了系统发育关系的研究，相关结果支持指甲兰属为单系类群，同时把该属细分为三个分支系（*Fieldingia* 系、*Crispa* 系、*Aerides* 系），经与 Christenson 建立的四个支系比较，发现仅有部分支系能保持基本一致；同时根据花器的蕊柱足、距形态以及关节（articulate）有无等主要特征分别给这三个支系的典型形态性状重新做了定义；也从生物地理学的角度对属内分支进行了探讨，特别是发现在 *Aerides* 系内，同一地理起源的不同种在细分支内能聚合在一起，强调了在属内细分支水平上，种的地理起源相对于形态特征似乎显得更为重要。Hidayat et al(2012)采用上述序列分析方法来研究指甲兰亚族的系统发育关系时，将指甲兰属（*Aerides*）、万代兰属（*Vanda*）、凤蝶兰属（*Papilionanthe*）、风兰属（*Neofinetia*）、鸟舌兰属（*Ascocentrum*）、举喙兰属（*Seidenfadenia*）以及 *Christensonia* 属等划分在一个主类群，这与 Christenson 此前的划分和特征定义基本一致，并且推测“花距喉部具有一个四边形的胼胝体”为此群组的共有衍征；而根据 *A. flabellata* 具有“长柱足和可活动旗瓣”的特点，将这个存在诸多争议的种定位在指甲兰属；同时也认为指甲兰属、万代兰属可能并非单系类群，这与大多数研究结果存在冲突。Zhang et al(2013)等对指甲兰-万代兰类群的相关 14 属进行了系统发育关系重建研究，结果将上述属划分为七个演化支系，证实指甲兰-万代兰类群为单系类群；其中的 *Aerides* 演化支系仅包括两个亚支系（含 *Rhynchostylis*2 种及 *Aerides* 17 种），认为两属存在较近的亲缘关系，并指出此两属应为指甲兰-万代兰类群的原始类群（Basal group），而指甲兰属在系统进化树上的拓扑结构则与 Kocyan et al(2008)所建立的进化树基本保持一致。

3 展望

从资源保护的角度出发，国内相关的研究和管理机构应该有计划地开展该属植物的引种保育、迁地保护，以及在有条件的自然保护区，甚至可开展回归引种试验等方面的实践工作，一方面有利于保护好国内现有的几个资源种，一方面达到了收集完善该属种质资源库的目的，便于科研工作的进一步展开。由于对菌根环境的过度依赖，指甲兰属种子在自然环境下的萌发率一般少于 1%（Verma et al, 2015），所以组织培养是保证扩大其繁殖系数的有力手段，也是进行本属植物种质资源保护的重要辅助手段，但国内这方面的研究工作十分有限，应该加大组织培养方面的研究力度。

鉴于本属植物的观赏及药用研究价值，其在兰花产业中的重要地位不言而喻。指甲兰属的许多种是不可多得的优秀母本资源，其拥有花型、花色和香味等得天独厚的品质特性，相关研究人员可大力开展该属种间，以及与近缘属之间的杂交试验，应该会有较大收获，进而开创该属品种培育的新局面。随着指甲兰属药用成分研究的深入，各种成熟的药物制剂将会陆续面世，并且将广泛地应用到相关疾病的治疗中，有可能基于种质资源匮乏的原因，国内这方面的研究还十分有限，值得努力去研究。

本属的香味研究不仅在商业领域有着广泛用途，而且也是传粉生物学的重要研究对象之一（其余为花色和花形态），花香的挥发性化学成分与传粉媒介有着千丝万缕的关系（Raguso, 2008）。本属植物的传粉生物学研究在国内外未见文献报道，而研究本属植物的挥发性化学成分与传粉者之间的复杂联系，以及二者在自然环境下对种群繁殖力的影响力将是未来研究的重点内容之一。

利用大规模基因组水平的数据进行系统发育分析研究，已成为未来进化生物学研究的重要趋势之一。随着系统发育学研究的深入，指甲兰属在相关类群中的地位、本属的界定范围以及与近缘属之间的关系都会存在一些变化，这方面的研究热度将会持续下去，新的研究成果值得期待。

参考文献：

ANURADHA V, RAO NSP, 1998. Aeridin: a phenanthropyran from *Aerides crispum*[J]. Phytochemistry, 48(1): 185-186.

AVERYANOV LV, LOC PK, CANH CX, 2014. *Aerides phongii* (Orchidaceae), a new species from Southern Vietnam[J]. Turczaninowia, 17(1): 6-9.

CAKOVA V, URBAIN A, ANTHEAUME C et al, 2015. Identification of phenanthrene derivatives in *Aerides rosea* (Orchidaceae) using the combined systems HPLC-ESI-HRMS/MS and HPLC-DAD-MS-SPE-UV-NMR[J]. Phytochem Anal Pca, 26(1): 34-39.

CHEN SC, WOOD JJ, 2009. *Aerides* Loureiro, F1. Cochinch. 2:525. 1790[M]//WU ZY, RAVEN PH. Flora of China(Vol 25). Beijing : Science Press /St. Louis: Missouri Botanical Garden Press: 485-486.

DAS AK, DAS J, GOGOI HK, et al, 2008. Mass propagation of orchids through in vitro seed culture technology[J]. J Cell Tissue Res, 8(2): 1585-1588.

DEEPTI S, GAYATRI MC, SITIKANTHA S, 2013. In Vitro seed germination as an aid to conserve *Aerides maculosum* Lindl., an endemic and endangered orchid of Western Ghats, India[J]. Int J Pharm Bio Sci, 4(2): 478-486.

DEVI, HS, DEVI SI, SINGH TD, 2013. High frequency plant regeneration system of *Aerides odorata* Lour. through foliar and shoot tip culture[J]. Notulae Bot Hort Agrobot Cluj-Napoca, 41(1): 169-176.

Editorial Board of Chinese Material Medica, State Administration of Traditional Chinese Medicine, 1999. Chinese Material Medica[M]. Shanghai: Scientific and Technical Publishers, 24: 754. [国家中药学管理局《中华本草》编委会, 1999. 中华本草[M]. 上海: 科学技术出版社, 24: 754.]

GARDINER LM, 2012. New combinations in the genus *Vanda* (Orchidaceae)[J]. Phytotaxa, 61: 47-54 .

GOGOI K, DAS R, YONZONE R, 2012. Present ecological status, diversity, distribution and cultural significance of the genus *Aerides* Loureiro(Orchidaceae) in Tinsukia district(Assam) of North East India[J]. Environ & Ecol, 30(3A): 649-651.

HIDAYAT T, WESTON P, YUKAWA T et al, 2012. Phylogeny of subtribe Aeridinae (Orchidaceae) inferred from DNA sequences data: advanced analyses including Australasian genera[J]. Jurnal Teknologi(Sciences & Engineering), 59(1): 87-95.

HONGTHONGKHAM J, BUNNAG S, 2014. In vitro propagation and cryopreservation of *Aerides odorata* Lour. (Orchidaceae) [J]. Pak J Biol Sci, 17(5): 608-618.

HOSSAIN MM, 2011. Therapeutic orchids: traditional uses and recent advances--an overview[J]. Fitoterapia, 82(2): 102-140.

ISLAM MM, HUDA MK, 2008. Ecology and distribution pattern of epiphytic orchids in Sylhet region of Banglandesh[J]. J Orch Soc India, 22(2): 85-90.

JINAN XINGYI MED TECHNOLOGY LIMITED COMPANY, 2016. Drug compound for preventing and treating colon cancer and preparation method thereof: China, 20161502021A [P]. 2016-6-30. http://epub.sipo.gov.cn/patentoutline. action. [济南星懿医药技术有限公司, 2016. 一种防治结肠癌的药物组合物及其制备方法:中国, 20161502021A[P]. 2016-6-30.]

KAISER R, 1993. On the scent of orchids: *Acs symposium series* (Vol 203) [M]. Amsterdam: Elservier : 240-268.

KIM JW, CHUN SC, 2007. Root and basal stem rot of moth orchid (*Phalaenopsis* spp.), Pung-nan(*Neofinetia* falcata) and Nadopung-nan (*Aerides japonicum*) caused by *Fusarium* spp[J]. Res Plant Disease, 13(1): 6-14.

KISHOR R, DEVI HS, 2009. Induction of multiple shoots in a monopodial orchid hybrid (*Aerides vandarum*

Reichb.f × *Vanda stangeana* Reichb.f) using thidiazuron and analysis of their genetic stability[J]. Plant Cell Tissue & Organ Culture (PCTOC), 97(2): 121-129.

KOCYAN A, VOGEL EF, CONTI E et al, 2008. Molecular phylogeny of *Aerides* (Orchidaceae) based on one nuclear and two plastid markers: a step forward in understanding the evolution of the Aeridinae[J]. Mol Phylog & Evol, 48(2): 422-443.

MALABADI RB, SILVA JT, MULGUND GS, 2009. TDZ-Induced in Vitro Shoot Regeneration of *Aerides maculosum* Lindl. from Shoot Tip Thin Cell Layers[J]. Floriculture & Ornamental Biotechnol, 3(1): 35-39.

MATSUDA H, HAKAMATA T, UJIHARA H, et al, 2016. Fragrance composition: US, 20150275131[P]. 2015-10-08.

MURTHY HN, PYATI AN, 2001. Micropropagation of *Aerides maculosum* LindL. (Orchidaceae)[J]. In Vitro Cell & Dev Biol-Plant, 37(2): 223-226.

MURTHY HN, 2005. In vitro multiplication and ecorehabilitation of rare orchid *Aerides cripum*[J]. The Role Biotechnol:191-192.

PARAB GV, KRISHNAN S, 2012. Rapid in vitro mass multiplication of orchids *Aerides maculosa* Lindl. and *Rhynchostylis retusa* (L.) Bl. from immature seeds[J]. Ind J Biotechnol, 11: 288-294.

PENG HM, 2009. Study on the volatile, characteristic floral fragrance components of *Chinese Cymbidium*[D]. Beijing: Chinese Academy of Forestry Sciences: 121-126. [彭红明，2009. 中国兰花挥发及特征花香成分研究[D]. 北京：中国林业科学研究院：121-126.]

PRASAD G, MAO AA, VIJAYAN D et al, 2016. Comparative HPLC fingerprinting and antioxidant activities of in vitro and in vivo Grown *Aerides odorata*, a medicinal orchid[J]. J Chem Biolog & Phys Sci, 6(2): 454-468.

Raguso RA, 2008. Wake up and smell the roses: the ecology and evolution of floral scent[J]. Ann Rev Ecol Evol & Syst, 39:549-569.

SEMBI JK, VERMA J, AGGARWAL S, et al, 2006. In vitro propagation of *Aerides multiflora* Roxb. (Orchidaceae) through encapsulated PLBs[J]. J Orch Soc Ind, 20(1-2): 21-23.

SINHA SK, HEGDE SN, 1997. Regenerative competance of *Aerides rosea* Loddiges Ex Paxt. from axilliary bud: a study in vitro[J]. Arunachal For News, 15: 47-50.

SINHA SK, SINGH LS, HEGDE SN,1998. In vitro multiplication of *Aerides rosea* Loddinges ex Paxt. through asymbiotic seed germination[J]. Arunachal For News, 16: 38-44.

SINHA SK, HEGDE SN, 2002. In vitro morphogenetic response of inflorescence segments of *Aerides rosea*: reversion to vegetative growth[C]. Nandi S K, Palni L M S, Kumar A. Role of Plant Tissue Culture in Biodiversity Conservation and Economic Development. Nainital: Gyanodaya Prakashan: 237-244.

SRIVASTAVA D, GAYATRI MC, SARANGI SK, 2015. In vitro seed germination and plant regeneration of an epiphytic orchid *Aerides ringens* (Lindl.) Fischer[J]. Ind J Biotechn, 14: 574-580.

VERMA J, BHATTI SK, SEMBI JK, 2015. Asymbiotic germination of immature seeds in an ornamentally important 'Fox-tail 'Orchid, *Aerides multiflora* Roxb[J]. Int J Plant Res, 28(4): 162-168.

ZHANG GQ, LIU KW, CHEN LJ et al, 2013. A new molecular phylogeny and a new genus, *Pendulorchis*, of the *Aerides*-*Vanda* alliance (Orchidaceae: Epidendroideae)[J]. Plos One, 8(4): 1-11.

ZHOU L, HU CG, 2007.Tissue culture and rapid propagation of *Aerides rosea* Lodd. Ex Lindl. et Paxt.[J]. Plant Physiol Commun, 43(5): 891-892. [周丽,胡春根. 多花指甲兰的组织培养与快速繁殖[J].植物生理学通讯, 2007, 43(5): 891-891.]